

令和 4 年 5 月 26 日現在

機関番号：34407

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K05084

研究課題名(和文) WB処理を用いたHCP構造材料の結晶構造制御と疲労強度におよぼす双晶の影響評価

研究課題名(英文) Crystal Structure Control of HCP Structural Materials Using WB Treatment and Evaluation of the Effect of Twinning on Fatigue Strength

研究代表者

南部 紘一郎 (NAMBU, KOICHIRO)

大阪産業大学・工学部・准教授

研究者番号：20610942

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：マグネシウム合金の疲労強度特性におよぼす双晶の影響を評価するために、ウェットブラスト処理およびバニシング加工を行った。ウェットブラスト処理では、多段化により表面粗さの増加を抑えることができ、疲労強度向上効果が得られることを明らかにした。一方で、結晶粒内のひずみは増加したものの、双晶の形成には至らなかった。そのため、双晶の形成を促進するためにバニシング加工を行ったが、結晶粒の微細化を確認したが双晶割合を変化させることができなかった。今後、バニシング加工の加工条件を変更し、双晶割合の異なる試験片を作成し評価を実施する予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

マグネシウム合金は切欠き感受性が高くピーニング処理による疲労強度向上効果が低いといわれていた。そこで表面粗さの異なる試験片を作成しアルミニウム合金との比較を行った。その結果、切欠き感受性はアルミニウム合金と同様であり、切欠き感受性のみがピーニングによる疲労強度向上効果が低い要因ではないことを明らかにした。また、マグネシウム合金においても適切処理条件でピーニング処理を行うことで、疲労強度向上効果が得られることを示した。

研究成果の概要(英文)：To evaluate the effect of twinning on fatigue strength properties of magnesium alloys, wet blasting and burnishing were performed. In the wet blasting process, it was clarified that the increase in surface roughness could be suppressed by multiple steps, and the effect of fatigue strength improvement was obtained. On the other hand, although the strain in the grain increased, it did not lead to the formation of twins. Therefore, burnishing was performed to promote the formation of twins, and although grain refinement was confirmed, the twinning ratio could not be changed. In the future, we plan to change the processing conditions of the burnishing process and prepare specimens with different twinning ratios for evaluation.

研究分野：材料加工・組織制御工学

キーワード：マグネシウム合金 金属疲労 ウェットブラスト処理 バニシング加工

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

チタン合金やマグネシウム合金は、高い比強度を有していることから自動車や航空機などの輸送機器を中心とした機械・構造用部材への適用が進められている。しかしながら、これらの合金は比強度が高い割には疲労強度が低いことが実用化を妨げている。鉄鋼材料の場合、表面改質処理が疲労強度向上に有効で、「硬さ」「残留応力」「表面粗さ」の制御が重要である。しかしながら、チタン合金やマグネシウム合金は六方稠密構造(HCP構造)を有しているため、これらの影響因子に加え、「組織変化」、特に「双晶」の影響が大きいと推測されるが、詳細は不明である。双晶は「き裂進展」の抑制効果がある一方、繰返し荷重によって生じた双晶部分で粒界破壊が生じ、疲労破壊の起点になるとされており学術的にも混乱が生じている。

2. 研究の目的

本研究では、表面改質処理されたHCP構造を有する金属材料の疲労強度特性におよぼす双晶の影響を定量的に明らかにすることを目的とする。そして「硬さ」「残留応力」「表面粗さ」に新たな概念として「双晶」の影響を加味した表面改質処理技術を提案し、その有効性を実験的に明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、マグネシウム合金AZ31を対象として、表面近傍における双晶割合を変化させるためにウェットブラスト処理を施した。ウェットブラスト処理の投射材粒径、処理圧力を変化させた。また、表面粗さの影響を小さくするために多段ウェットブラスト処理を実施した。これに加えて、表面のみを塑性変形させるパニシング加工も実施した。処理された試験片について、疲労試験、硬さ試験、残留応力測定、表面粗さ測定およびEBSDによる結晶粒観察を行った。

4. 研究成果

1) ウェットブラスト処理された試験片の疲労試験結果

疲労試験結果を図1に示す。図より、未処理材と比較して投射材粒径、多段化によらずウェットブラスト処理された試験片の疲労強度は未処理材よりも高い結果を示した。投射材粒径に着目すると、投射材粒径が小さいほど疲労強度向上効果が高いことを明らかにした。また、多段化により低応力側での時間強度が高くなる傾向を示した。

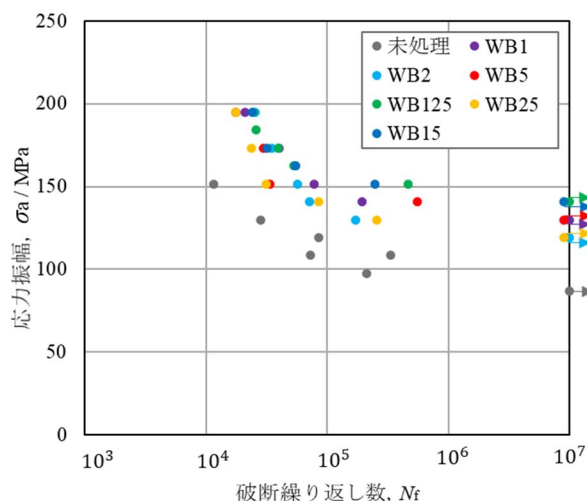


図1 ウェットブラスト処理による疲労強度向上効果

2) ウェットブラスト処理材のEBSD測定結果

続いて、WB2において投射圧力が0.2MPaで処理した試験片のEBSD観察結果を図2に示す。この結果から、表面近傍組織において双晶が形成していることがわかる。一方で、0.3MPaで処理したサンプルのEBSD観察結果を図3に示す。この結果から、表面近傍の双晶が消失していることがわかる。これらの結果から、マグネシウム合金の双晶割合を変化させるためには低圧で処理する必要があることが示唆された。また、両者の疲労強度はほとんど差が見られなかったことから、双晶のみの影響を評価することができなかった。この要因として表面粗さの違いによるものだと考えられる。

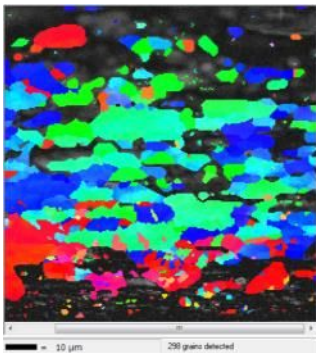


図 2 0.2MPa における EBSD 測定結果

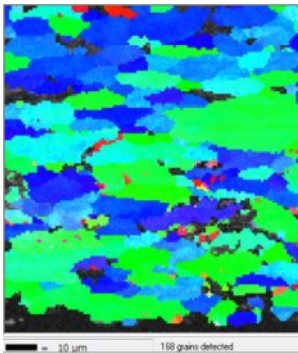


図 3 0.3MPa における EBSD 測定結果

3) マグネシウム合金の疲労強度特性におよぼす表面粗さの影響

表面粗さの影響について評価するためにバフ研磨および 80 のエメリー研磨を行った後に、焼なましを行った試験片について評価を行った。また、アルミニウム合金との比較を行った。その結果、いずれの材料においても表面粗さの増加に伴う疲労強度の低下は同様の傾向を示した。一般的に切欠き感受性が高いといわれているマグネシウム合金において、アルミニウム合金と差が見られなかった。この結果からマグネシウム合金の疲労強度におよぼす切欠き感受性の影響はほかの合金と比較して差はなく、それ以外の要因が大きく疲労強度に影響をおよぼしているものと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Nambu Koichiro, Takashima Kenta, Okumiya Masahiro, Kumagai Isao	4. 巻 1
2. 論文標題 Fatigue Strength Improvement Effect of AZ31 Alloy by Multi-stage Wet Blasting	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Mechanical Engineering	6. 最初と最後の頁 30 ~ 34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-16-5763-4_7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nambu Koichiro, Takashima Kenta, Kumagai Isao, Okumiya Masahiro	4. 巻 なし
2. 論文標題 Influence of Wetblast Treatment on Fatigue Strength of Magnesium Alloy AZ31	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Surface Enhancement	6. 最初と最後の頁 19 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-0054-1_3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Koichiro NAMBU , Kenta TAKASHIMA , Masahiro OKUMIYA , Isao KUMAGAI
2. 発表標題 Fatigue Strength Improvement Effect of AZ31 Alloy by Multi-stage Wet Blasting
3. 学会等名 International Conference on Advanced Surface Enhancement 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 南部紘一郎 , 高島健汰 , 奥宮正洋 , 熊谷勇雄
2. 発表標題 多段ウェットブラスト処理がマグネシウム合金AZ31の疲労強度特性におよぼす影響
3. 学会等名 日本材料学会第70期学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 南部紘一郎, 高島健汰, 熊谷勇雄, 奥宮正洋
2. 発表標題 異なるブラスト処理環境がマグネシウム合金AZ31の疲労強度におよぼす影響
3. 学会等名 一般社団法人軽金属学会, 第138回春期大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 南部紘一郎, 高島健汰, 熊谷勇雄, 奥宮正洋
2. 発表標題 マグネシウム合金AZ31の諸特性におよぼすウェットブラスト処理の影響
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kochiro NAMBU, Kenta TAKASHIMA, Isao KUMAGAI, Masahiro OKUMIYA
2. 発表標題 Influence of wetblast treatment on fatigue strength of magnesium alloy AZ31
3. 学会等名 International Conference on Advanced Surface Enhancement (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高島健汰, 南部紘一郎, 熊谷勇雄, 奥宮正洋
2. 発表標題 ウェットブラスト処理がマグネシウム合金AZ31の疲労強度特性に及ぼす影響
3. 学会等名 第68期日本材料学会学術講演会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------